

**IN THE UNITED STATES PATENT & TRADEMARK OFFICE**

Re: Application of: Wilhelm MELCHERT, et al.  
Serial No.: To Be Assigned  
Filed: Herewith as national phase of International Patent  
Application PCT/EP2003/008281, filed July 26, 2003  
For: **CONTROL CIRCUIT FOR AN  
ELECTROMAGNETIC DRIVE**

Mail Stop: PCT  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

February 2, 2005

**LETTER RE: PRIORITY**

Sir:

Applicant hereby claims priority of German Application Serial No. DE 102 35 297.6,  
filed August 2, 2002 through International Patent Application Serial No. PCT/EP2003/008281,  
filed July 26, 2003.

Respectfully submitted,

DAVIDSON, DAVIDSON &amp; KAPPEL, LLC

By W.C. Gehris  
William C. Gehris, Reg. No. 38,156  
(signing for Erik R. Swanson, Reg. No. 40,833)

Davidson, Davidson & Kappel, LLC  
485 Seventh Avenue, 14th Floor  
New York, New York 10018  
(212) 736-1940

#

10/52308  
Rec'd PCT/PTO 02 FEB 2005



REC'D 22 OCT 2003	
WIPO	PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 35 297.6

**Anmeldetag:** 02. August 2002

**Anmelder/Inhaber:** Moeller GmbH,  
Bonn/DE

**Bezeichnung:** Steueranordnung für einen elektromagnetischen  
Antrieb

**IPC:** H 01 F, H 01 H

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 24. April 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

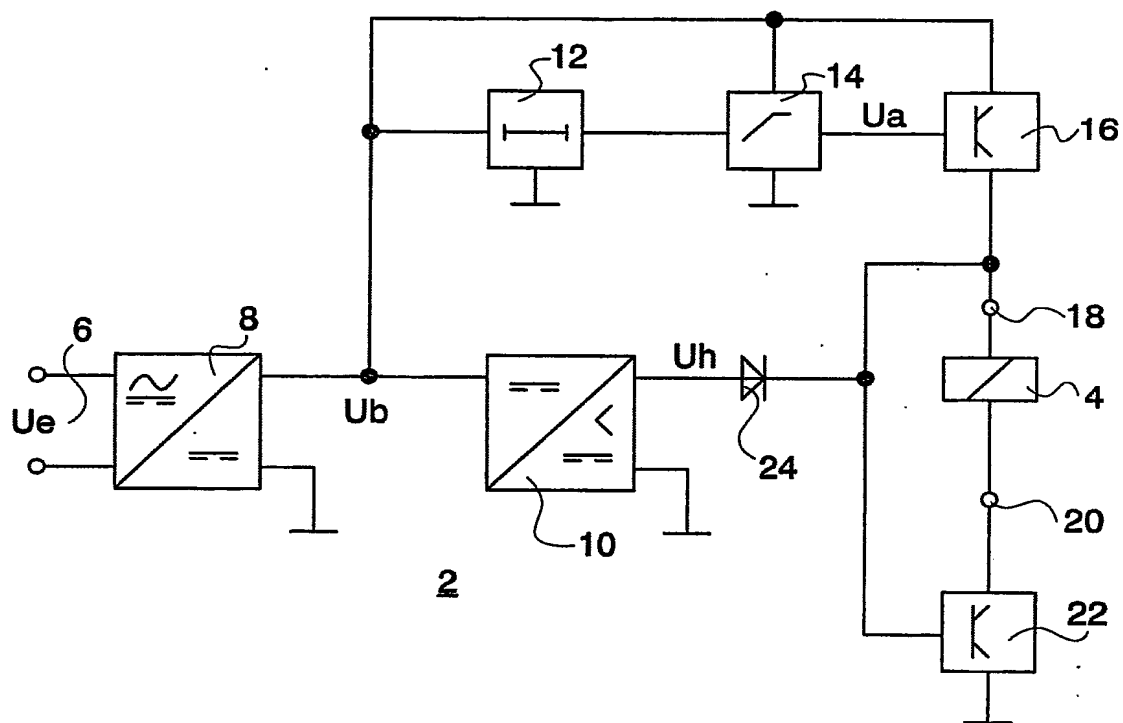
6405

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**Zusammenfassung****Steueranordnung für einen elektromagnetischen Antrieb**

Die Erfindung betrifft eine Steueranordnung (2) für einen elektromagnetischen Antrieb. Sie enthält erste und zweite elektronische Schaltmittel (16 bzw. 22), die in Verbindung mit einem Zeitglied (12) in der Anzugsphase bzw. in der Haltephase die Antriebsspule (4) mit einer entsprechenden Gleichspannung beaufschlagen. Durch eine vom Zeitglied (12) gesteuerte Spannungsquelle (14) und einen abwärtsregelnden Gleichspannungswandler (10) werden eine Anzugsspannung ( $U_a$ ) bzw. eine Haltespannung ( $U_b$ ) zur Verfügung gestellt.

**Fig. 1**



**Fig. 1**

### Steueranordnung für einen elektromagnetischen Antrieb

Die Erfindung betrifft eine Steueranordnung für einen elektromagnetischen Antrieb, insbesondere den Antrieb eines elektromagnetischen Schaltgerätes, nach dem Oberbegriff von Anspruch 1. Der elektromagnetische Antrieb besteht im allgemeinen aus einer Antriebsspule, einem Magnetkern und einem Magnetanker.

Aus der Druckschrift DE 299 09 901 U1 ist eine elektronische Antriebssteuerung für einen Schütz Antrieb bekannt. Die Antriebssteuerung enthält im wesentlichen eine über Steuereingänge gespeiste Gleichrichterschaltung, eine von der Gleichrichterschaltung gespeiste Reihenschaltung der Antriebsspule mit einem pulsbreitengesteuerten Transistorschalter, zwei den Ausgang der Gleichrichterschaltung abfragende und durch eine Trenndiode eingangsseitig getrennte Spannungsteilerschaltungen sowie eine elektronische Anordnung mit einem Mikroprozessor und zwei Speichern. Die elektronische Anordnung gibt für den Anzugs- und Haltebetrieb der Antriebsspule Steuersignale an den Transistor ab, wobei die entsprechenden Pulsbreiten im Anzugs- bzw. Haltebetrieb entsprechend dem Ausgangssignal des zugeordneten Spannungsteilers über den zugeordneten Speicher bestimmt werden. Aus der Druckschrift DE 299 09 904 U1 ist es weiterhin bekannt, bei derartigen Antriebsteuerungen ein erster Transistorschalter zum Schalten des Anzugsstromes und ein zweiter Transistorschalter zum Schalten des Haltestromes vorzusehen. Der Nachteil derartiger Antriebsteuerungen ist der in der elektronischen Anordnung begründete hohe Aufwand, der besonders stark bei den Antrieben elektromagnetischer Schaltgeräte für kleinere Leistungen ins Gewicht fällt.

Aus der Druckschrift DE 92 16 041 U1 ist eine Schaltungsanordnung zur Ansteuerung eines Relais bekannt. Über einer Betriebsgleichspannung liegt die Reihenschaltung der Antriebsspule mit einem ersten Transistorschalter, und parallel zur Schaltstrecke des ersten Transistorschalters liegt die Reihenschaltung eines Haltewiderstandes mit einem zweiten Transistorschalter. Ein

Gleichspannungssteuereingang ist über ein differenzierendes Zeitglied aus einem Kondensator und einem Entladewiderstand mit der Steuerelektrode des ersten Transistorschalters und über einen Vorwiderstand mit der Steuerelektrode des zweiten Transistorschalters verbunden. Nach Anlegen einer Steuerspannung werden sowohl der erste als auch der zweite Transistorschalter durchgesteuert, wodurch über die Antriebsspule eine Anzugsspannung anliegt, die sich aus der um die Restspannung des ersten Transistorschalter verminderten Betriebsgleichspannung ergibt. Nach dem Absinken der Kondensatorspannung des Differenziergliedes geht der erste Transistorschalter in den Sperrzustand über. Damit wird die Antriebsspule nur noch mit einem Haltestrom beaufschlagt, der sich im Wesentlichen aus dem Verhältnis der Betriebsgleichspannung zu der Summe aus dem Haltewiderstand und dem ohmschen Widerstand der Antriebsspule ergibt. Nach Abschalten der Steuerspannung wird auch der zweite Transistorschalter gesperrt und damit das Relais ausgeschaltet. Mit dieser Ansteuerschaltung sind sowohl das Anzugsverhalten als auch die Sicherheit und Wärmeverluste im Haltebetrieb im starken Maße abhängig von Änderungen und Schwankungen der Betriebsgleichspannung. Die nur für den Gleichspannungsbetrieb geeignete Antriebssteuerung verwendet neben der Betriebsspannung zusätzlich eine von dieser unabhängige Steuerspannung. Über den Haltewiderstand geht eine erhebliche zusätzliche Leistung verloren.

Eine für den Betrieb eines Relais vorgesehene Schaltungsanordnung nach DE 44 10 819 C2 weist wiederum einen in der Anzugsphase durchgesteuerten ersten Transistorschalter und einen in Reihe mit der Antriebsspule und einem Haltewiderstand über einer Betriebsgleichspannung liegenden und im eingeschalteten Zustand des Relais durchgesteuerten zweiten Transistorschalter auf. Der erste Transistorschalter liegt mit seiner Schaltstrecke parallel zum Haltewiderstand. Ein Gleichspannungssteuereingang ist über einen Spannungsteiler mit der Steuerelektrode des zweiten Transistorschalters verbunden. Die Steuerelektrode des ersten Transistorschalters ist über ein aus einem Ladewiderstand und einem Kondensator bestehendes integrierendes Zeitglied mit dem Verbindungspunkt von erstem Transistorschalter, zweitem Transistor-

schalter und Haltewiderstand verbunden. Im ausgeschalteten Zustand des Relais wird der Kondensator über die Antriebsspule, den Haltewiderstand und den Ladewiderstand aufgeladen, sodass beim Anlegen einer Steuerspannung beide Transistorschalter durchsteuern. Dabei ergibt sich die Anzugsspannung für die Antriebsspule aus der um die Summe der Restspannungen der beiden Transistorschalter verminderten Betriebsgleichspannung. Gleichzeitig beginnt sich der Kondensator über den Vorwiderstand und die Schaltstrecke des zweiten Transistorschalters zu entladen. Nach Unterschreiten eines Schwellenwertes durch die Kondensatorspannung sperrt der erste Transistorschalter. Damit wird die Antriebsspule nur noch mit einem Haltestrom beaufschlagt, der sich im Wesentlichen aus dem Verhältnis der Betriebsgleichspannung zu der Summe aus dem Haltewiderstand und dem ohmschen Widerstand der Antriebsspule ergibt. Nach Abschalten der Steuerspannung wird auch der zweite Transistorschalter gesperrt und damit das Relais ausgeschaltet. Diese Antriebsteuerung ist mit den aufgeführten Nachteilen der Lösung nach DE 92 16 041 U1 behaftet und erfordert eine ständige oder zumindest mit ausreichender Zeit vor dem Einschalten des Relais bereitgestellte Betriebsgleichspannung.

Die Aufgabe der Erfindung liegt daher in einer unaufwändigen, leistungssarmen und weitgehend spannungsunabhängigen Steueranordnung.

Ausgehend von einer Steueranordnung der eingangs genannten Art wird die Aufgabe erfindungsgemäß durch die Merkmale des unabhängigen Anspruches gelöst, während den abhängigen Ansprüchen vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung zu entnehmen sind.

Durch relativ unaufwändige Mittel in Form einer von einem Zeitglied gesteuerten Spannungsquelle und eines abwärtsregelnden Gleichspannungswandlers werden eine Anzugsspannung und eine demgegenüber wesentlich niedrigere Haltespannung zur Verfügung gestellt. Der Betrag der Anzugsspannung liegt unterhalb des zulässigen Bereiches für die Betriebsspannung und ist weitgehend unabhängig von der Höhe der Steuerspannung. Die Haltespannung wird auf einen Wert geregelt, der betragsmäßig weit unterhalb der Haltespannung

liegt. Durch die an den Steuereingang angelegte Spannung, die als Gleichspannung oder als Wechselspannung gewählt werden kann, wird gleichzeitig die Steueranordnung versorgt. Nach dem Anlegen der Steuerspannung wird unmittelbar über die Gleichrichteranordnung die Betriebsspannung aufgebaut.

5 Durch die sich aufbauende Betriebsspannung wird zum einen ein Zeitglied aktiviert und über den Gleichspannungswandler die Haltespannung aufgebaut. Durch die aktivierte Spannungsquelle wird über die ersten Schaltmittel die Antriebsspule stromführend, wobei gleichzeitig die mit der Antriebsspule in Reihe liegende Schaltstrecke der zweiten Schaltmittel durchgesteuert wird. Eine

10 Trenndiode verhindert ein Durchgreifen der Anzugsspannung auf den Ausgang des Gleichspannungswandlers. Nach Ablauf einer bestimmten Zeit, d.h. nach Ablauf der Anzugszeit, deaktiviert das Zeitglied die Spannungsquelle und damit auch die ersten Schaltmittel. Die Versorgung der Antriebsspule sowie die aufrechterhaltene Durchsteuerung der zweiten Schaltmittel wird nun von

15 dem Gleichspannungswandler mit der über die Trenndiode gelieferten Haltespannung übernommen. Nach dem Abschalten der Steuerspannung brechen die Betriebsspannung und die Haltespannung zusammen, worauf infolge des Sperrens der zweiten Schaltmittel die Antriebsspule in den energielosen Zustand übergeht. Das Zeitverhalten des Zeitgliedes und die Anzugsspannung

20 sind so zu wählen, dass der von der Antriebsspule aktivierte Magnetanker sicher vom Magnetkern angezogen wird. Während der Haltephase liegt über der Antriebsspule eine wesentlich niedrigere Spannung als in der Anzugsphase. Die Haltespannung ist durch Einstellen des Gleichspannungswandlers gerade so groß zu wählen, dass der Magnetanker sicher in seiner angezogenen Position

25 gehalten wird.

Die vorgeschlagene Steueranordnung benötigt keine aufwändigen digitalen Mittel, insbesondere keinen Mikrocontroller. Die Steueranordnung eignet sich sowohl für DC-Antriebe als auch für AC-Antriebe und insbesondere für Mag-

30 netantriebe kleinerer Leistung. Da die Anzugszeit und der Haltestrom niedrige Werte annehmen, können mit der erfindungsgemäßen Steueranordnung auch AC-Magnetantriebe mit niederohmigen Antriebsspulen verwendet werden, die ohne Verwendung der vorgeschlagenen Steueranordnung sonst nur für den



Wechselstrombetrieb geeignete sind. Daher kann man sich bei der Herstellung elektromagnetischer Schaltgeräte allein auf AC-Antriebe beschränken, damit die notwendigen Varianten für die Antriebsspulen reduzieren und dadurch die Kosten deutlich senken.

5

Das Zeitglied kann vorteilhaft durch ein einfaches integrierendes oder differenzierendes RC-Glied (auch als Tiefpass oder Hochpass bezeichnet) realisiert werden. Die Kombination mit einem Spannungsbegrenzungselement, beispielsweise einer Z-Diode, führt zu einer Begrenzung der Ladungsendspannung und damit zu einer erheblichen Herabsetzung der Abhängigkeit des Lade- bzw. Entladevorgangs von der Höhe der Betriebsspannung.

10

Die steuerbare Spannungsquelle besteht in kostengünstiger Weise aus einer mit einer Schwellwertschaltung kombinierten Spannungsbegrenzeranordnung. Bei Verwendung eines integrierenden Zeitgliedes wird üblicherweise die am Ladekondensator des RC-Gliedes ansteigende Ladespannung als bestimmender Wert für die Beendigung der Anzugsphase vom Schwellenwertschalter ausgewertet. Bei Verwendung eines differenzierenden Zeitgliedes wird üblicherweise die am Entladewiderstand absinkende Spannung infolge des Entladestromes vom Schwellenwertschalter ausgewertet.

15

20

Parallel zur Schaltstrecke der zweiten Schaltmittel angeordnete Freilaufmittel, beispielsweise eine Z-Diode, sorgen beim Abschalten – gegebenenfalls im Zusammenwirken mit weiteren Freilaufmitteln – für eine schnelle Entmagnetisierung der Antriebsspule.

25

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus dem folgenden, anhand von Figuren erläuterten Ausführungsbeispiel. Es zeigen

30     Figur 1: die schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Steueranordnung;

      Figur 2: die ausführliche Darstellung einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Steueranordnung.

Die in Fig. 1 gezeigte Steueranordnung 2 für eine Antriebsspule 4 eines nicht weiter dargestellten Magnetantriebes eines elektromagnetischen Schaltgerätes, beispielsweise eines Schützes, wird über einen Steuereingang 6 von einer

5     Steuerspannung  $U_e$  betrieben. Die Steuerspannung  $U_e$  kann wahlweise als Gleichspannung oder als Wechselspannung angelegt werden. Bei angelegter Steuerspannung  $U_e$  steht am Ausgang einer Gleichrichteranordnung 8 eine geglättete Betriebsspannung  $U_b$  an, die unter anderem der Energieversorgung der Steueranordnung 2 und der Antriebsspule 4 dient. Der Gleichrichteranord-

10    nung 8 ist ein Gleichspannungswandler 10 nachgeschaltet, der aus der Betriebsspannung  $U_b$  eine erheblich niedrigere geglättete Haltespannung  $U_h$  erzeugt. Nach Anlegen der Steuerspannung  $U_e$  wird durch die rasch hochfahrende Betriebsspannung  $U_b$  ein Zeitglied 12 angestoßen, dessen Zeitverhalten bestimmend für die Dauer der Anzugsphase der Steueranordnung 2 ist. Das

15    angestoßene Zeitglied 12 aktiviert eine Spannungsquelle 14, die im aktiven Zustand eine aus der Betriebsspannung  $U_b$  abgeleitete Anzugsspannung  $U_a$  an ihrem Ausgang abgibt. Der Betrag der Anzugsspannung  $U_a$  liegt unterhalb des Betrages der minimal zulässigen Betriebsspannung  $U_b$  und ist innerhalb eines weiten Bereiches der Betriebsspannung  $U_b$  weitgehend unabhängig von

20    dieser. Durch die Anzugsspannung  $U_a$  werden erste elektronische Schaltmittel 16 aktiviert, die als Spannungsfolger wirken und deren Ausgang mit dem ersten Anschluss 18 der Antriebsspule 4 verbunden ist. Damit steht in der Anzugsphase am ersten Anschluss 18 der Antriebsspule 4 ein Potenzial an, das sich – bedingt durch eine bauelementebedingte Restspannung der ersten

25    Schaltmittel 16 – nur geringfügig von der Anzugsspannung  $U_a$  unterscheidet. Der Ausgang der ersten Schaltmittel 16 ist weiterhin mit dem Steuereingang zweiter elektronischer Schaltmittel 22 verbunden, deren Schaltstrecke vom zweiten Anschluss 20 der Antriebsspule 4 zum Bezugspotenzial der Betriebs-

30    spannung  $U_b$  führt. Die Anzugsspannung  $U_a$  bewirkt das Durchsteuern der Schaltstrecke der zweiten Schaltmittel 22. Damit ist in der Anzugsphase die Antriebsspule 4 mit einer Spannung beaufschlagt, deren Betrag gegenüber der Anzugsspannung  $U_a$  geringfügig um die Restspannungen der beiden Schaltmittel 16 und 22 verringert ist. Vom Ausgang des Gleichspannungswandlers

10 ist in Durchlassrichtung eine Trenndiode 24 zum Ausgang der ersten Schaltmittel 16 geführt. In der Anzugsphase sperrt die Trenndiode 24, da der Betrag der Anzugsspannung  $U_a$  wesentlich größer als der Betrag der Haltespannung  $U_h$  ist.

5

Am Ende der Anzugszeit hat sich das Ausgangssignal des Zeitgliedes 12 so weit verändert, dass die bisher am Ausgang der Spannungsquelle 14 anstehende Anzugsspannung  $U_a$  abgeschaltet wird. Dadurch sinkt die Spannung am Ausgang der ersten Schaltmittel 16 so weit ab, dass nun die Haltespannung  $U_h$  über die Trenndiode 24 an den ersten Anschluss 18 der Antriebsspule 4 sowie an den Steuereingang der zweiten Schaltmittel 22 durchgreift. Damit hat die Haltephase begonnen. In der Haltephase ist die Antriebsspule 4 mit einer Spannung beaufschlagt, deren Betrag gegenüber der Haltespannung  $U_h$  lediglich um die Restspannungen der leitenden Trenndiode 24 und der durchgesteuerten Schaltstrecke der zweiten Schaltmittel 22 vermindert ist.

10  
15

Nach Abschaltung der Steuerspannung  $U_e$  vom Eingang 6 der Steueranordnung 2 brechen die Betriebsspannung  $U_b$  und die Haltespannung  $U_h$  rasch zusammen. Damit nehmen beide Schaltmittel 16, 22 den gesperrten Zustand an, worauf die Antriebsspule 4 in den stromlosen Zustand übergeht.

20

Fig. 2 zeigt eine detaillierte vorteilhafte Ausgestaltung der vorstehend beschriebenen Steueranordnung 2. Hierbei sind die in Fig. 1 benutzten Bezugszeichen für die Funktionsgruppen übernommen worden.

25

Die Gleichrichteranordnung 8 besteht in üblicher Weise aus einer eingangsseitigen Begrenzeranordnung 28, einem Brückengleichrichter 26 und einem ausgangssseitigen ersten Glättungskondensator 30. Nach dem Anlegen der Steuerspannung  $U_e$  ist die Betriebsspannung  $U_b$  in kurzer Zeit hochgelaufen. Beim Ansteuern und Betreiben der Steueranordnung mittels einer Gleichspannung als Steuerspannung  $U_e$  dient der Brückengleichrichter 26 als Verpolschutz.

30

Das Zeitglied 12 ist als integrierendes RC-Glied ausgebildet. Ausgehend von einer die Betriebsspannung  $U_b$  führenden Versorgungsleitung 32 fließt nach Erscheinen der Betriebsspannung  $U_b$  ein Ladestrom über die Reihenschaltung zweier Ladewiderstände 34 und 36 zu einem Ladekondensator 38. Die Spannung an einem ersten Verbindungspunkt 40 der beiden Ladewiderstände 34, 36 wird durch ein Spannungsbegrenzungselement in Form einer ersten Z-Diode 42 begrenzt. Damit ist das Zeitverhalten des Zeitgliedes 12 weitgehend unabhängig von der Höhe der Betriebsspannung  $U_b$ . Es wird im wesentlichen durch die Dimensionierung des aus dem Ladewiderstand 36 und dem Ladekondensator 38 gebildeten RC-Gliedes bestimmt. Nach Abschaltung der Steuerspannung  $U_e$  entlädt sich der Ladekondensator 38 über einen Entladewiderstand 44 und eine Entladediode 46 auf die nun spannungslose Versorgungsleitung 32. Damit ist das Zeitglied 12 wieder einschaltbereit.

Die steuerbare Spannungsquelle 14 besteht aus einer die Ladespannung des Ladekondensators 38 auswertenden Schwellwertschaltung und einer mit deren Ausgang gekoppelten Spannungsbegrenzeranordnung. Die Spannungsbegrenzeranordnung besteht aus der Reihenschaltung eines ersten Vorwiderstandes 48 und einer Z-Dioden-Reihe 50 und ist zwischen der Versorgungsleitung 32 und dem Bezugspotenzial angeordnet. Die Schwellwertschaltung weist einen in Sourceschaltung angeordneten dritten Transistor 52 auf. Der Ladekondensator 38 ist über eine zweite Z-Diode 54 mit dem Gateanschluss des dritten Transistors 52 verbunden. Ein zwischen dem Gateanschluss des dritten Transistors 52 und Bezugspotenzial angeordneter Ableitwiderstand 56 dient dem Schutz der Gateelektrode. Der Drainanschluss des dritten Transistors 52 ist über einen Arbeitswiderstand 58 mit einem zweiten Verbindungspunkt 60, der dem ersten Vorwiderstand 48 und der Z-Dioden-Reihe 50 gemeinsam ist, verbunden. Solange die Spannung über dem Ladekondensator 38 noch nicht die Summe aus der Z-Spannung der zweiten Z-Diode 54 und der Schaltschwelle der Gatespannung des dritten Transistors 52 überschritten hat, befindet sich der dritte Transistor 52 im gesperrten bzw. nichtleitenden Zustand. In diesem Falle steht am zweiten Verbindungspunkt 60 die Anzugs- spannung  $U_a$  an, die sich aus der Summe der Z-Spannungen der Z-Dioden-

Reihe 50 ergibt. Überschreitet am Ende der Anzugsphase die Spannung am Ladekondensator 38 die Summe aus der Z-Spannung der zweiten Z-Diode 54 und der Schaltschwelle der Gatespannung des dritten Transistors 52, gelangt dieser in den durchgesteuerten bzw. leitenden Zustand. In diesem Falle sinkt die Spannung am zweiten Verbindungspunkt 60 weit unter die Anzugsspannung  $U_a$ . Der Widerstandswert des Vorwiderstandes 48 wird groß gegenüber dem Widerstandswert des Arbeitswiderstandes 58 gewählt.

Die ersten Schaltmittel 16 bestehen aus einem als Sourcefolger geschalteten ersten Transistor 62 mit einer ersten Schutzdiode 64 zum Schutz des ersten Transistors 62 vor negativen Spannungsspitzen zwischen dessen Gate- und Sourceanschluss. Der mit dem ersten Anschluss 18 der Antriebsspule 4 verbundene Ausgang der ersten Schaltmittel 16 ist mit dem Sourceanschluss des ersten Transistors 62 identisch und gibt während der Anzugsphase die um die Gate-Source-Spannung des ersten Transistors 62 verminderte Haltespannung  $U_a$  aus. Durch das Absinken des Potentials an dem zweiten Verbindungspunkt 60 zum Ende der Anzugsphase wird der erste Transistor 62 gesperrt.

Der Gleichspannungswandler 10 besteht aus einem eingangsseitig mit der Versorgungsleitung 32 verbundenen Wandlerschaltkreis 66, aus ausgangsseitigen Glättungsmitteln sowie Erfassungsmitteln zur Erfassung und Regelung der ausgegebenen Haltespannung  $U_h$ . Die Glättungsmittel bestehen in üblicher Weise aus einer Glättungsdrossel 68 sowie einer Rückführdiode 70 am Ausgang des Wandlerschaltkreises 66 und aus einem der Glättungsdrossel 68 nachgeschalteten zweiten Glättungskondensator 72. Über dem zweiten Glättungskondensator 72 steht bei angelegten Steuerspannung  $U_e$  die Haltespannung  $U_h$  an. Die Erfassungsmittel bestehen aus einer parallel zum zweiten Glättungskondensator 72 angeordneten Reihenschaltung einer dritten Z-Diode 74 mit einer Fotodiode 76 und aus einem optisch mit der Fotodiode 76 gekoppelten Fototransistor 78. Der Fototransistor 78 ist mit seinem Emitteranschluss an den Ausgang und mit seinem Kollektoranschluss an einen Stelleingang des Wandlerschaltkreises 66 geführt. Die Haltespannung  $U_h$  wird damit durch die Summe aus der Z-Spannung der dritten Z-Diode 74 und der Durchlassspan-

nung der Fotodiode 76 bestimmt. Nach dem Anlegen der Steuerspannung  $U_e$  ist die Haltespannung  $U_h$  in etwa 30 ms hochgelaufen. Nach dem Abschalten der Steuerspannung  $U_e$  entlädt sich der zweite Glättungskondensator 72 in kurzer Zeit über den aus Trenndiode 24, Antriebsspule 4 und Schaltstrecke des zweiten Schaltmittels 22 gebildeten Strompfad.

Die zweiten Schaltmittel 22 enthalten einen in Sourceschaltung angeordneten zweiten Transistor 80. Dieser ist eingangsseitig über einen zweiten Vorwiderstand 82 mit dem ersten Anschluss 18 der Antriebsspule 4 verbunden und mit einer zweiten Schutzdiode 84 beschaltet. Die zweite Schutzdiode 84 ist als Z-Diode ausgebildet und schützt den Gateanschluss des zweiten Transistors 80 – insbesondere während der Anzugsphase – vor zu hohen Spannungen. Der Drainanschluss des zweiten Transistors 80 ist mit dem zweiten Anschluss 20 der Antriebsspule 4 verbunden. Der zweite Transistor 80 ist in der Anzugsphase aufgrund der Anzugsspannung  $U_a$  vom Ausgang der ersten Schaltmittel 16 und in der Haltephase aufgrund der Haltespannung  $U_h$  über die leitende Trenndiode 24 in den durchgesteuerten bzw. leitenden Zustand geschaltet, sodass die Antriebsspule 4 in beiden Phasen dauerhaft stromführend ist. Bei fehlender oder abgeschalteter Steuerspannung  $U_e$  befindet sich der zweite Transistor 80 im gesperrten bzw. nichtleitenden Zustand, sodass die Antriebsspule 4 keinen dauerhaften Strom führen kann. Parallel zur Schaltstrecke des zweiten Transistors 80 ist ein Freilaufmittel 86 angeordnet, das im Beispiel als Z-Diode ausgeführt ist. Sowohl in der Anzugsphase als auch in der Haltephase ist das Freilaufmittel 86 durch die durchgesteuerte Schaltstrecke des zweiten Transistors 80 kurzgeschlossen und damit wirkungslos. Beim Sperren des zweiten Transistors 80 läuft sich die Antriebsspule 4 dagegen über den aus Freilaufmittel 86, Rückführdiode 70, Glättungsdrossel 68 und Trenndiode 24 bestehenden Strompfad in kurzer Zeit frei. Die in der Hauptsache durch die Z-Spannung des Freilaufmittels 86 bewirkte relativ hohe Freilaufspannung führt zu einem raschen Abbau der in der Antriebsspule 4 gespeicherten magnetischen Energie und damit zu einer schnellen Abschaltung des Magnetantriebes.

Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebene Ausführungsform beschränkt. So kann die Erfindung auch mit einem differenzierenden Zeitglied ausgeführt werden, wie es beispielsweise der eingangs genannten Druckschrift DE 92 16 041 U1 entnommen werden kann.

### Bezugszeichenliste:

2	Steueranordnung	52	dritter Transistor
4	Antriebsspule	54	zweite Z-Diode
6	Steuereingang	56	Ableitwiderstand
8	Gleichrichteranordnung	58	Arbeitswiderstand
10	Gleichspannungswandler	60	zweiter Verbindungspunkt
12	Zeitglied	62	erster Transistor
14	Spannungsquelle	64	erste Schutzdiode
16	erste Schaltmittel	66	Wandlerschaltkreis
18; 20	Anschluss	68	Glättungsdrossel
22	zweite Schaltmittel	70	Rückführdiode
24	Trenndiode	72	2. Glättungskondensator
26	Brückengleichrichter	74	dritte Z-Diode
28	Begrenzeranordnung	76	Fotodiode
30	1. Glättungskondensator	78	Fototransistor
32	Vorsorgungsleitung	80	zweiter Transistor
34; 36	Ladewiderstand	82	zweiter Vorwiderstand
38	Ladekondensator	84	zweite Schutzdiode
40	erster Verbindungspunkt	86	Freilaufmittel
42	erste Z-Diode		
44	Entladewiderstand	Ua	Anzugsspannung
46	Entladediode	Ub	Betriebsspannung
48	erster Vorwiderstand	Ue	Steuerspannung
50	Z-Dioden-Reihe	Uh	Haltespannung
	5		

## Patentansprüche

1. Steueranordnung für einen elektromagnetischen Antrieb, insbesondere für den Antrieb eines elektromagnetischen Schaltgerätes, enthaltend

- 5 – erste elektronische Schaltmittel (16), die ausgangsseitig in Reihe mit der Antriebsspule (4) liegend nach dem Anlegen einer Steuerspannung ( $U_e$ ) über ein Zeitglied (12) für die Dauer der Anzugsphase des Antriebes aktiviert sind,
- 10 – zweite elektronische Schaltmittel (22), die mit ihrer Schaltstrecke in Reihe mit der Antriebsspule (4) liegend während des Anliegens der Steuerspannung ( $U_e$ ) durchgesteuert sind,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

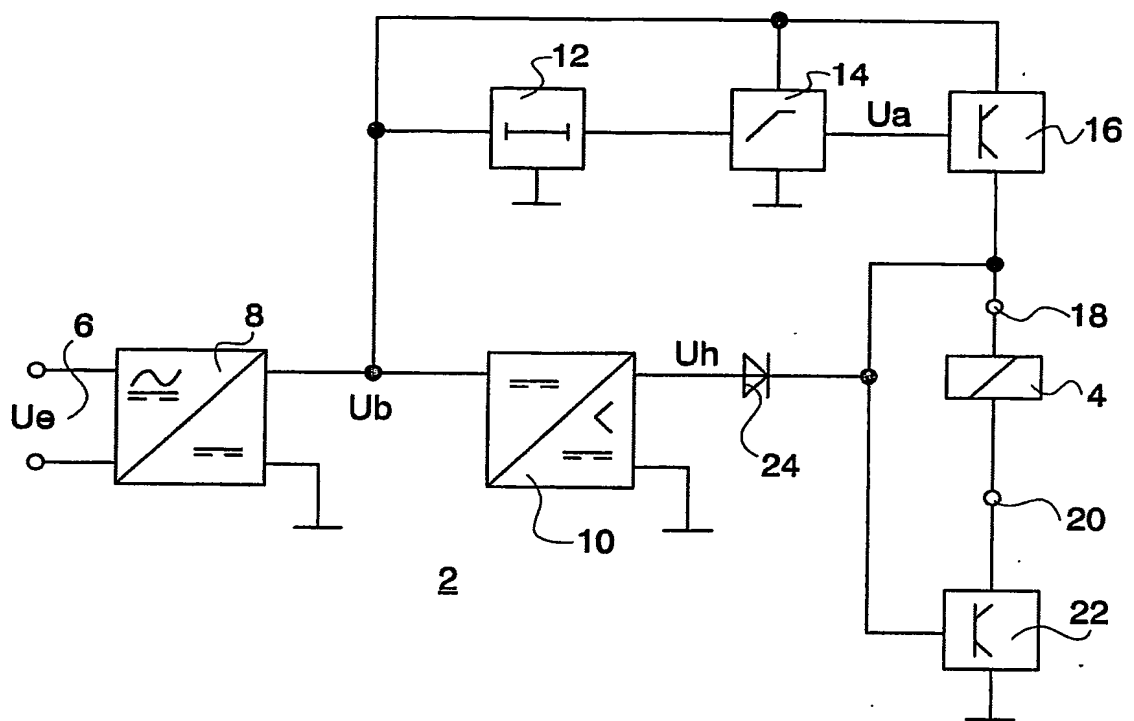
- eine mit einem Steuereingang (6) verbundene Gleichrichteranordnung (8) ausgangsseitig eine geglättete Betriebsspannung ( $U_b$ ) abgibt,
- 15 – ein sich an die Gleichrichteranordnung (8) anschließender abwärts regelnder Gleichspannungswandler (10) ausgangsseitig eine geglättete Haltespannung ( $U_h$ ) abgibt,
- das Zeitglied (12) mit dem Hochfahren der Betriebsspannung ( $U_b$ ) aktiviert wird,
- 20 – eine vom Zeitglied (12) steuerbare Spannungsquelle (14) die ersten Schaltmittel (16) durch eine Anzugsspannung ( $U_a$ ) aktiviert,
- die als Spannungsfolger ausgebildeten ersten Schaltmittel (16) und die mit deren Ausgang verbundene Reihenschaltung aus Antriebsspule (4) und Schaltstrecke der zweiten Schaltmittel (22) von der Betriebsspannung ( $U_b$ ) beaufschlagt sind und
- 25 – der Ausgang des Gleichspannungswandlers (10) über eine in Durchlassrichtung gepolte Trenndiode (24), der Ausgang der ersten Schaltmittel (16) und der Steuereingang der zweiten Schaltmittel (22) miteinander verbunden sind.

30

2. Steueranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Zeitglied (12) als integrierendes RC-Glied (34, 36, 38) ausgebildet ist.



3. Steueranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Zeitglied (12) als differenzierendes RC-Glied ausgebildet ist.
- 5 4. Steueranordnung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das RC-Glied (34, 36, 38) mit einem Spannungsbegrenzungselement (42) kombiniert ist.
- 10 5. Steueranordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Spannungsquelle (14) eine von der Betriebsspannung ( $U_b$ ) beaufschlagte Spannungsbegrenzeranordnung (48, 50) enthält, deren Ausgang mit der Schaltstrecke einer eingangsseitig mit dem Zeitglied (12) verbundenen Schwellwertschaltung (52 ... 60) wirkverbunden ist.
- 15 6. Steueranordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass parallel zur Schaltstrecke der zweiten Schaltmittel (22) ein Freilaufmittel (86) angeordnet ist.



**Fig. 1**

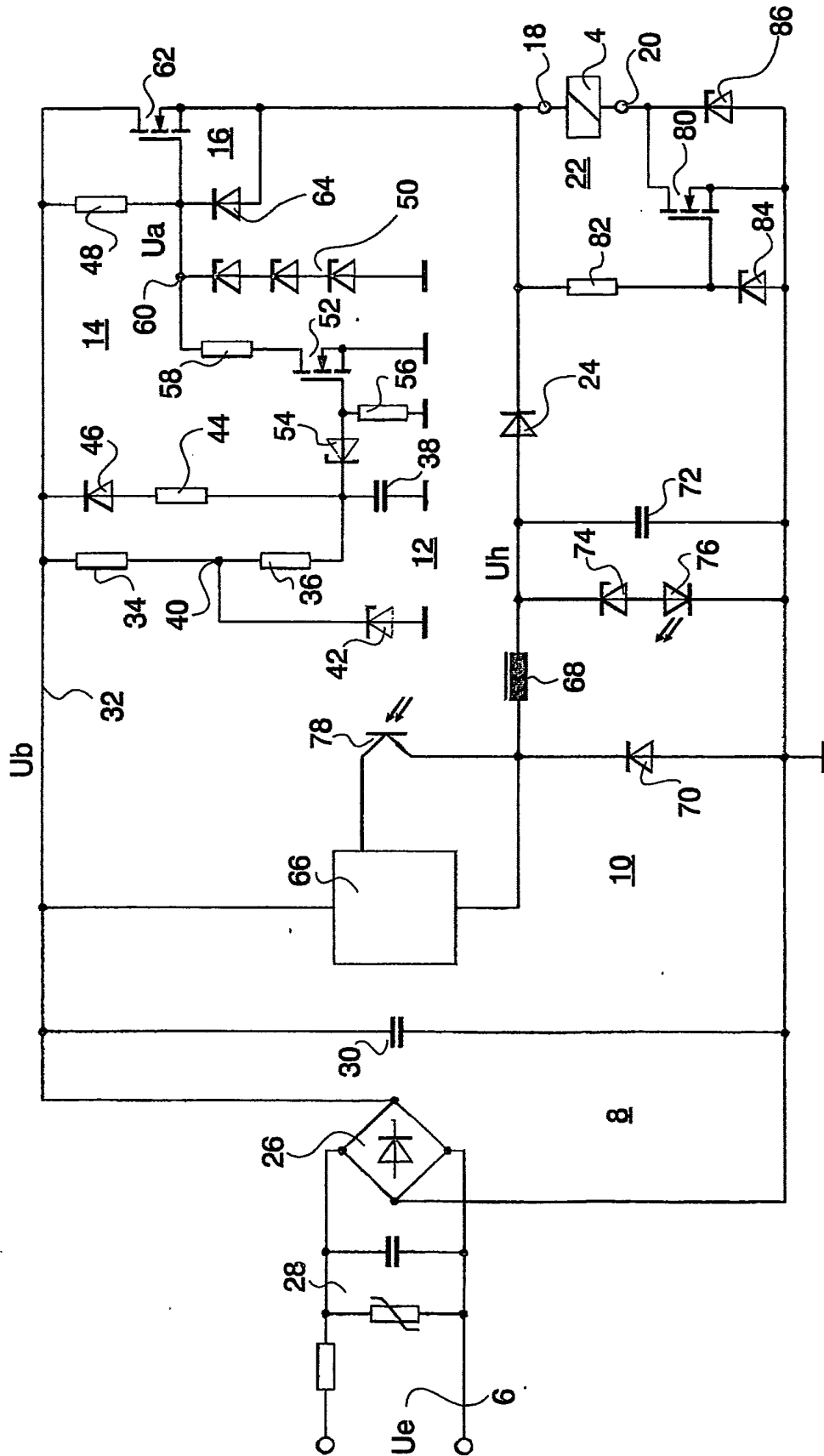


Fig. 2